

GRUN/ \* P31 88-271744/39 \* DE 3707-787-A  
Endoscope for internal space use - has articulated segments with heating elements operating on evaporating liquid for controlled movement

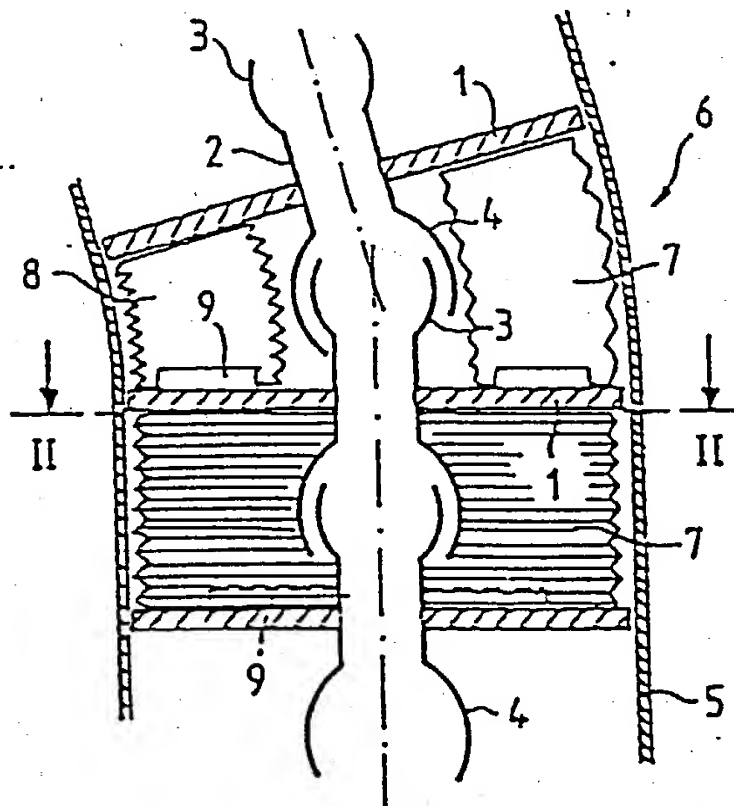
GRUNDLER P 11.03.87-DE-707787

S01 S02 T06 P81 (22.09.88) A61b-01 G02b-23/24 G05d-03  
11.03.87 as 707787 (1230SB)

The endoscope unit has disc shaped segments (1) with bush shaped links (2) located in the centre. The ends of the links are ball shaped (3,4) and are sized to engage with each other to provide flexibility. The formed links are located within a protective sleeve (5).

Movement and control of the links is provided by each segment having a pair of built in bellows (7,8) that are filled with a liq. that easily evaporates e.g. Alcohol. Each pair of bellows has an associated heating element (9). An external controller is used to provide selective actuation of the heaters to direct the endoscope into a specific shape.

ADVANTAGE - For accurate directional manipulation. (5pp  
Dwg.No. 1/5)  
N88-206377



© 1988 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc.

Suite 500. 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.



DEUTSCHES  
PATENTAMT

DE 3707787 A1

(21) Aktenzeichen: P 3707 787.2  
(22) Anmeldetag: 11. 3. 87  
(43) Offenlegungstag: 22. 9. 88

(3) Int. Cl.:

G 02 B 23/2

G 02 B 23/16

A 61 B 1/00

G 05 D 3/00

G 05 D 3/12

// G 02 B 26/08, 7/

G 12 B 1/04

(71) Anmelder:

Gründler, Patrik, Dr.med., St. Gallen, CH

(74) Vertreter:

Eisele, E., Dipl.-Ing.; Otten, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 7980 Ravensburg

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(53) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 30 39 551

DE-OS 27 38 590

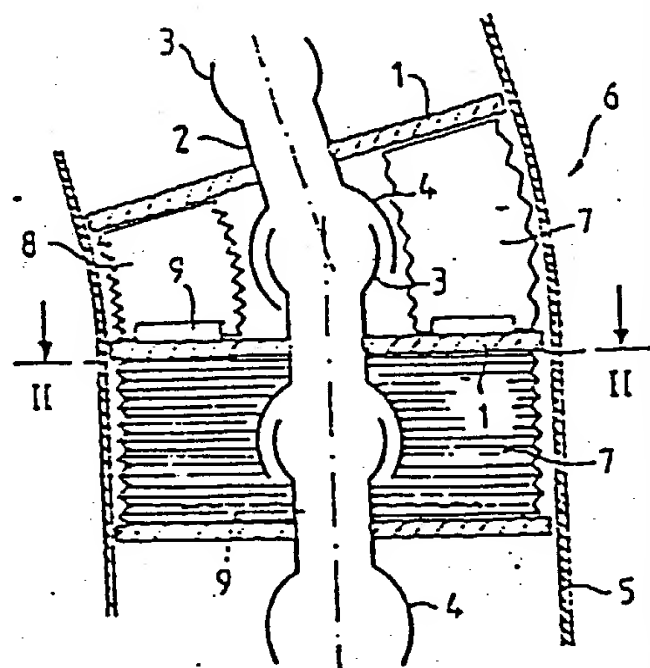
DE-Z: o + p »öhlhydraulik und pneumatik« 30, 19  
Nr. 8, S. 581 bis 586;

DE-Z: o + p »öhlhydraulik und pneumatik« 30, 19  
Nr. 8, S. 359 bis 366;

US-Z: Soviet Journ. Opt. Technology, Bd. 51, N  
Okt. 1984, S. 617 bis 621;

(54) Endoskop

Ein Endoskop mit einem biegefähigen Strangkörper (6) wird dadurch verbessert, daß der Strangkörper (6) aus einer Vielzahl aneinander gereihter Segmente (1) besteht, die durch Gelenke (3, 4) miteinander verbunden und von einer Schlauchhülle (5) umgeben sind und daß jedem Gelenk (3, 4) ein elektronisch steuerbarer Stellantrieb (7, 8) zugeordnet ist. Die speicherbaren Winkelstellungsinformationen und die entsprechenden Stellbewegungen durchwandern die Gelenke (3, 4) nacheinander entgegengesetzt zur Fortbewegungsrichtung des Endoskops. Die sich ergebende schlangenartige Bewegung erleichtert das Einschieben des Endoskops in stark gewundene Hohlgänge. Die Gelenke (3, 4) können als zusammenschnappbare Hohlkugelabschnitte ausgebildet sein. Die Stellantriebe (7, 8) sind einander entgegenwirkende Balgen, die einem steuerbaren Druck unterworfen sind, beispielsweise durch Beheizung (9) einer darin enthaltenen leicht verdampfenden Flüssigkeit.



DE 3707787 A1

1. Endoskop mit einem biegefähigen Strangkörper hoher Stabilität gegen Längenänderungen unter dem Einfluß von Zug- und Druckkräften in Längsrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß der Strangkörper (6) aus einer Vielzahl aneinander gereihter Segmente (1) besteht, die durch Gelenke (3, 4) miteinander verbunden und von einer Schlauchhülle (5) umgeben sind, daß jedem Gelenk (3, 4) ein elektronisch steuerbarer Stellantrieb (7, 8) zugeordnet ist, der seine Winkelstellung bestimmt, und daß der momentanen Winkelstellung der Gelenke entsprechende Informationen in Abhängigkeit von der Fortbewegung des Strangkörpers (6) laufend an die Stellantriebe der entgegen der Fortbewegungsrichtung nächstfolgenden Gelenke weitergegeben werden.

2. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß hohle Kugelgelenke (3, 4) verwendet werden und ein Glasfaser-, Elektro-, Schlauchleitungen und dgl. enthaltender Funktionsstrang durch diese durchgeführt ist.

3. Endoskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das einzelne Segment (1) als runde Scheibe ausgebildet ist, an deren beiden Seiten je eine innere (3) bzw. äußere (4) Hälfte eines zusammenschnappbaren Hohlkugelgelenks angeordnet ist.

4. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb eines Gelenks (3, 4) aus zwei einander entgegengewirkenden Balgen (7, 8) besteht.

5. Endoskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Balgen (7, 8) eine leicht verdampfende Flüssigkeit und ein Kühl- und/oder Heizelement (9) enthalten.

6. Endoskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Kühlmittelkanäle (11) durch den Strangkörper geführt sind.

7. Endoskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Balgen über miniaturisierte Ventile mit einer Druckflüssigkeit beaufschlagt sind.

8. Endoskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellantriebe aufeinanderfolgende Gelenke gegeneinander, insbesondere um 90°, bezüglich der Längsmittelachse des Strangkörpers winkelfersetzt angeordnet sind.

9. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb aus mehr als zwei in einer Gelenkebene angeordneten Balgen (10) besteht.

10. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein örtlich festlegbarer, als Stellungsgeber ausgebildeter Ring (13) o. dgl. vorgesehen ist, durch den der Strangkörper (6) durchgeschoben wird, wobei durch berührungslose Abtastung der Durchlaufrast der Segmente (1) erfaßt und zur Steuerung der Weitergabe der Winkelstellungsinformationen herangezogen wird.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Endoskop mit einem biegefähigen Strangkörper hoher Stabilität gegen Längenänderungen unter dem Einfluß von Zug- und Druckkräften in Längsrichtung.

Unter Endoskopen werden Instrumente im weitesten

Sinne zum Betrachten des Innenraumes hohler Körper verstanden, auch solche, die Schneidinstrumente, Werkzeuge oder Manipulatoren tragen, um in dem zu untersuchenden Hohlraum irgendwelche Verrichtung durchzuführen, beispielsweise Proben zu entnehmen. Betracht kommen Endoskope mit den verschiedensten optischen Systemen und für medizinische, technische oder sonstige Anwendungen, soweit sie als biegefähiger Strang ausgebildet sind.

Aufgrund ihrer Biegefähigkeit können solche Endoskope in einen Hohlraum von der Form eines mehrfach abgewinkelten, kurvenreichen oder verschlungenen Ganges eingeführt werden, beispielsweise ein Kolostomie in den Dickdarm. An den stark gekrümmten oder abgewinkelten Stellen bilden die an der Krümmungsaußenseite gelegenen Wandflächen des Ganges Leitflächen, welche eine Umlenkung des nachgeschobenen Strangkörpers bewirken, so daß dieser sich bei der Weiterbewegung verformt und letztlich der durch den Hohlraum vorgegebenen Bahn folgt. Das Einschieben wird jedoch durch die Reibung und den Verformungswiderstand des Strangkörpers in zunehmendem Maße erschwert, weiter das Endoskop vordringt. Die zwischen der drängenden Wandfläche und dem Endoskop auftretenden Kräfte nehmen stark zu; bis schließlich entweder die Stabilität des Endoskops oder im Beispiel die Durchdringungsfähigkeit der Darmwand ihre Grenze erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein biegefähiges Endoskop vorzuschlagen, das in einem gegebenen Hohlraum ohne Beschädigung leichter und tiefer vorgetrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Endoskop der erfindungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch kennzeichnende Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Strangkörper besteht aus einer Vielzahl aneinander gereihter Segmente geeigneter Form, die durch Gelenke miteinander verbunden und von einer Schlauchhülle umschlossen sind. Die Gelenke verschaffen dem Strangkörper einerseits eine ausreichende Flexibilität und andererseits die erforderliche Zugfestigkeit und Inkompressibilität in Längsrichtung. In erster Linie empfehlen sich zentrale einachsige Gelenke oder Kugelgelenke, es ist aber auch möglich, die Segmente durch eine gegenseitige Verschachtelung oder dergleichen längsveränderbare Konstruktionselemente im Längsbereich gelenkartig miteinander zu verbinden. Die Schlauchhülle dient als Schutzhaut für die Gelenkelemente und muß elastisch sein.

Jedes Gelenk hat einen elektronisch steuerbaren Stellantrieb, der seine Winkelstellung bestimmt; zwischen zwei extremen Endstellungen zu ändern mag. Dieser Stellantrieb, der zwischen jeweils zwei Segmenten angeordnet und beispielsweise mit einem gemeinsamen baulich vereinigt ist, stellt sich nach einer ihm gegebenen Winkelstellungsinformation ein. Diese Winkelstellungsinformationen werden bei der Vorwärtsbewegung des Strangkörpers ursprünglich von einem am vorderen Ende gelenkig angeordneten Steuerkopf erzeugt. Der Steuerkopf bzw. sein Gelenk hat einen individuell steuerbaren Stellantrieb, der von einer am Endoskop führenden Person, beispielsweise dem Arzt, aufgrund der Beobachtung des Hohlraums und der gewünschten Bewegungsbahn laufend gesteuert wird, beispielsweise bei technischen Anwendungen durch ein Steuerprogramm.

Diese sich zeitlich ändernde Winkelstellungsinformation, die ein Abbild der gewünschten Bewegung des Endoskops ist, durchläuft den Strangkörper in

seiner Fortbewegung. Das bedeutet, daß bei Vorwärtsbewegung um ein Segment das entgegen der Fortbewegungsrichtung nächstfolgende Gelenk die Winkelstellung des vorhergehenden Gelenks übernimmt. Betrachtet man also den in Bewegung befindlichen Strangkörper, so wird man beobachten, daß bezüglich einer raumfesten Stelle die vorbeiziehenden Gelenke alle dieselbe Winkelstellung haben.

Damit wird die Bewegung einer Schlange nachgeahmt, was den Vorteil hat, daß die vom Endoskop auf die Wand der Höhlung, in welcher es sich bewegt, ausgeübte Kraft gleichmäßig verteilt wird, örtliche Überbeanspruchungen der Wand an den Umlenkstellen entfallen und der Fortbewegung somit ein wesentlich geringerer Widerstand entgegengesetzt wird. Das aber hat zur Folge, daß mehr Windungen überwunden und längere Strecken zurückgelegt werden können.

Die Informationsweitergabe bzw. der Durchlauf der Gelenkbewegungen durch den Strangkörper entspricht der Wirkungsweise eines Schieberegisters. Der Ablauf ist deshalb mit elektronischen Mitteln am besten zu verwirklichen. Es sind miteinander verkoppelte Digitalpeicher erforderlich, die außerhalb des Endoskops oder aufgeteilt in oder zwischen den Segmenten untergebracht werden können. Wesentliche Teile der Steuerung, nämlich sowohl die Speicher als auch die zur Informationsweitergabe erforderlichen elektronischen Schaltkreise können in geeigneter Mikrotechnologie (Chips) ausgebildet sein.

Vorzugsweise ist anzustreben, daß die Zahl der Leitungsadern, die zusammen mit den Glasfaserleitungen für die Beleuchtung und die Optik, Schlauchleitungen, Bowdenzügen und dgl. im sogenannten Funktionsstrang untergebracht werden müssen, möglichst gering ist.

Hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung wird vorgeschlagen, daß zwischen den Segmenten hohle Kugलगelenke verwendet werden und der Funktionsstrang durch diese durchgeführt ist. Die Segmente selbst sind vorzugsweise als runde Scheiben ausgebildet, die von dem Funktionsstrang in der Mitte axial durchsetzt sind, wobei an der einen Seite eine innere und an der anderen Seite eine äußere Hälfte eines zusammenschnappbaren Hohlkugलगelenks angeordnet ist.

Der Stellantrieb eines Gelenks besteht vorzugsweise aus zwei einander entgegengewirkenden Balgen, die mit einem steuerbaren Druck beaufschlagt werden. Den Druck kann man dadurch erzeugen, daß die Balgen eine leicht verdampfende Flüssigkeit und ein Kühl- und/oder Heizelement enthalten. Die Heiz- oder Kühlelemente, beispielsweise Halbleiterelemente, werden mittels entsprechender Schaltkreise an eine im Funktionsstrang verlaufende Versorgungsleitung angeschlossen und erhalten Energie entsprechend dem gewünschten Winkelausschlag des Gelenks. Es können auch Kühlmittelkanäle durch den Strangkörper geführt sein, beispielsweise im Ringquerschnitt eines doppelwandigen Hüllschlauches des Endoskops. In diesem Fall genügt es, zum Zwecke der Steuerung die Heizenergie und damit den Dampfdruck zu verändern. Andererseits können die Balgen aber auch über miniaturisierte Ventile mit einer Druckflüssigkeit beaufschlagt sein.

Handelt es sich um einachsige Gelenke, so können aufeinanderfolgende Gelenke und deren Antriebe gegeneinander bezüglich der Längsmittelachse des Strangkörpers winkelfersetzt angeordnet sein, insbesondere um 90°. Auf diese Weise sind räumliche Biegebewegungen des Endoskops realisierbar. Zum gleichen Zweck ist es aber auch möglich, daß der Stellantrieb bei

einem mehrachsigen Gelenk oder einem Kugलगelenk aus mehr als zwei in einer Ebene angeordneten Balgen besteht.

Zur Erfassung des Taktes der Informationsweitergabe wird vorgeschlagen, daß ein örtlich festlegbarer, als Stellungsgeber ausgebildeter Ring o. dgl. vorgesehen ist, durch den der Strangkörper durchgeschoben wird. Dabei wird durch berührungslose Abtastung das Weiterrücken der Segmente bzw. Gelenke und die Bewegungsrichtung erfaßt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand schematischer Zeichnungen erläutert. Im einzelnen zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt eines mehrere Segmente umfassenden Abschnitts eines Endoskops.

Fig. 2 einen Querschnitt II-II des Endoskops nach Fig. 1.

Fig. 3 einen Querschnitt eines Endoskops anderer Ausführungsform.

Fig. 4 einen Teillängsschnitt des Endoskops nach Fig. 1 in kleinerem Maßstab und

Fig. 5 die Darstellung eines Koloskops im Dickdarm.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Endoskop besteht aus scheibenförmigen Segmenten (1), an die jeweils eine die Scheibe in der Mitte senkrecht durchsetzende kurze Hülse (2) angeformt ist. Die Enden der Hülsen sind als Hohlkugलगabschnitte ausgebildet, welche innere und äußere Gelenkhälften (3 und 4) bilden. Um die so gebildeten Zentralgelenke können die Segmente Taumbewegungen gegeneinander ausführen. Der durch die Hülsen (2) und die Gelenkhälften (3 und 4) gebildete durchgehende Kanal enthält einen nicht dargestellten Funktionsstrang, der bekanntermaßen eine Glasfaseroptik, Glasfasern zur Beleuchtung, Betätigungskabel für ggf. am Kopf des Endoskops angebrachte Werkzeuge, Stromversorgungsleitungen, Signalübertragungsleitungen, Schläuche u. dgl. enthält. Die Segmente (1) und die Gelenke sind von einer elastischen Schlauchhülle (5) umschlossen und bilden so insgesamt einen sog. Strangkörper (6).

Um die Gelenke zu bewegen sind zwischen den Segmenten (1) je zwei Balgen (7 und 8) angeordnet, die zum Teil mit Alkohol oder einer anderen leicht verdampfenden Flüssigkeit gefüllt sind. In jedem Balgen ist ferner ein Heizelement (9) untergebracht, das an einer sich durch das ganze Endoskop erstreckenden Versorgungsleitung angeschlossen ist, wobei elektronische Schaltkreise, Steuer- und Schaltfunktionen sowie die Funktion der Speicherung der Winkelstellungsinformation ausüben.

Durch Beheizung eines Balgens, beispielsweise des Balgens (7), erhöht sich dessen Innendruck. Er wird länger und bewirkt dadurch eine Winkeländerung des zugehörigen Gelenks, d. h. eine Neigung der ihn einschließenden Segmente zueinander, was bei dem obersten Gelenk in Fig. 1 gezeigt ist. Diese Bewegung wird unterstützt durch eine gleichzeitige Abkühlung des auf derselben Ebene befindlichen zweiten Balgens (8). Seine Heizung wird hierzu abgestellt, so daß er seine Wärme durch die Schlauchhülle (5) hindurch an die Umgebung oder einen Kühlflüssigkeitskreislauf abgeben kann. Durch wechselnde Zuführung von Heizenergie und Kühlung kann so eine Bewegung jedes Gelenks nach links und rechts herbeigeführt werden.

In dem Beispiel nach den Fig. 1 und 2 kann sich jedes Gelenk nur um eine Querachse bewegen. Es handelt sich also, genau genommen, um Kugलगelenke mit einer Achse beschränktem Freiheitsgrad. Aus dieser

Grunde sind die Balgpaare aufeinanderfolgender Gelenke um jeweils 90° bezogen auf die Längsmittelachse gegeneinander versetzt. Dadurch können bei entsprechender Steuerung der Heizungen im Ergebnis auch räumliche Krümmungen des Strangkörpers erzeugt werden. Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform zum gleichen Zweck. Hier sind in einer Ebene vier Balgen (10) angeordnet, die bei entsprechender Ansteuerung zweidimensionale Winkelbewegungen des betreffenden Kugelgelenks ermöglichen. Außerdem zeigt Fig. 3 in den Zwickeln zwischen den Balgen angeordnete Kühlflüssigkeitsschläuche (11), die in zwei Querschnittszonen für den Hin- und Rücklauf geteilt sind.

In der weiter vereinfachten Darstellung des Strangkörpers (1) nach Fig. 4 ist der Kopf (12) des Endoskops gezeigt, der eine Sonderform eines Segments darstellt und insbesondere die Beobachtungs- und Beleuchtungsoptik und den eventuellen Manipulator enthält. Im unteren Teil der Fig. 4 ist ein Ring (13) dargestellt, der an der Innenseite mit den Segmenten zusammenwirkende berührungslose Sensoren (14) aufweist.

Beim Einschieben des beschriebenen Endoskops in einen zu untersuchenden Hohlraum wird der Ring (13) an der Öffnung des Hohlraums befestigt und der Strangkörper dann durch den Ring durchgeschoben. Dabei erfassen die Sensoren (14) jedesmal den Vorbeigang eines Segments (1). Dadurch wird ein Taktsignal ausgelöst. Das Taktsignal hat zur Folge, daß bei einer Vorwärtsbewegung in Richtung des Pfeiles (15) die Winkelstellung des frei steuerbaren Kopfgelenks (16) sich auf das folgende Gelenk (17) überträgt. Beim nächsten Taktsignal wandert diese Winkelstellungsinformation zum folgenden Gelenk (18) weiter, während das Gelenk (17) wiederum die Winkelstellung des Kopfgelenks (16) einnimmt usw. Auf diese Weise überträgt sich die Winkelstellung, die der Kopf (12) an einer bestimmten Stelle einmal eingenommen hat, auf jedes Gelenk, das diese Stelle im Laufe der Fortbewegung des Endoskops später erreicht.

Fig. 5 soll das der Erfindung zugrunde liegende Problem verdeutlichen. Wenn in den menschlichen Dickdarm (19) ein Koloskop (20) bekannter Bauart eingeführt wird, so kann dieses am Sigma nur durch Berührung mit und erhöhtem Druck auf die Darmwand umgelenkt werden. Diese kritischen Umlenkstellen sind in der Fig. mit (20 und 21) bezeichnet. Auch im weiteren Verlauf des aufsteigenden Darmabschnitts treten solche Druckstellen auf, deren Höchstbelastbarkeit letztlich die Eindringtiefe bestimmt.

Nach der Erfindung kann hingegen der Arzt die gewünschte Bahn im Sinne einer bewußten Lenkung bestimmen und zwar im Idealfall ohne Berührung der Wand des zu untersuchenden Kanals. Die Krümmungsbewegungen des Strangkörpers bleiben örtlich fixiert bzw. wandern über den sich fortbewegenden Strangkörper hinweg.

Die Steuerung ist abhängig von der Bewegungsrichtung in der Weise umkehrbar, daß beim Zurückziehen des Endoskops die Weitergabe der Winkelstellungsinformationen in umgekehrter Richtung verläuft, wobei dann mit dem Austritt jedes Segments aus der Höhlung die letzte vom Kopf (12) eingenommene Winkelstellungsinformation gelöscht wird.

Auch wenn die Winkelstellungsänderungen der einzelnen Gelenke infolge der Unvollkommenheit der Stellantriebe nur ein geringes Ausmaß haben oder verhältnismäßig langsam vor sich gehen, ist eine wesentliche Verbesserung der Fortbewegungseigenschaften ei-

nes Endoskops gegenüber den bisher bekannten passiven Ausführungsformen zu erwarten.

- 1 Segment
- 2 Hülse
- 3 Gelenkhälfte, innen
- 4 Gelenkhälfte, außen
- 5 Schlauchhülle
- 6 Strangkörper
- 7 Balgen
- 8 Balgen
- 9 Heizelement
- 10 Balgen
- 11 Kühlschlauch
- 12 Kopf
- 13 Ring
- 14 Sensor
- 15 Vorwärtsbewegung
- 16 Kopfgelenk
- 17 Gelenk
- 18 Gelenk
- 19 Dickdarm
- 20 Druckstelle
- 21 Druckstelle



370778

Offenlegungstag: 22. Septemb

FIG. 1

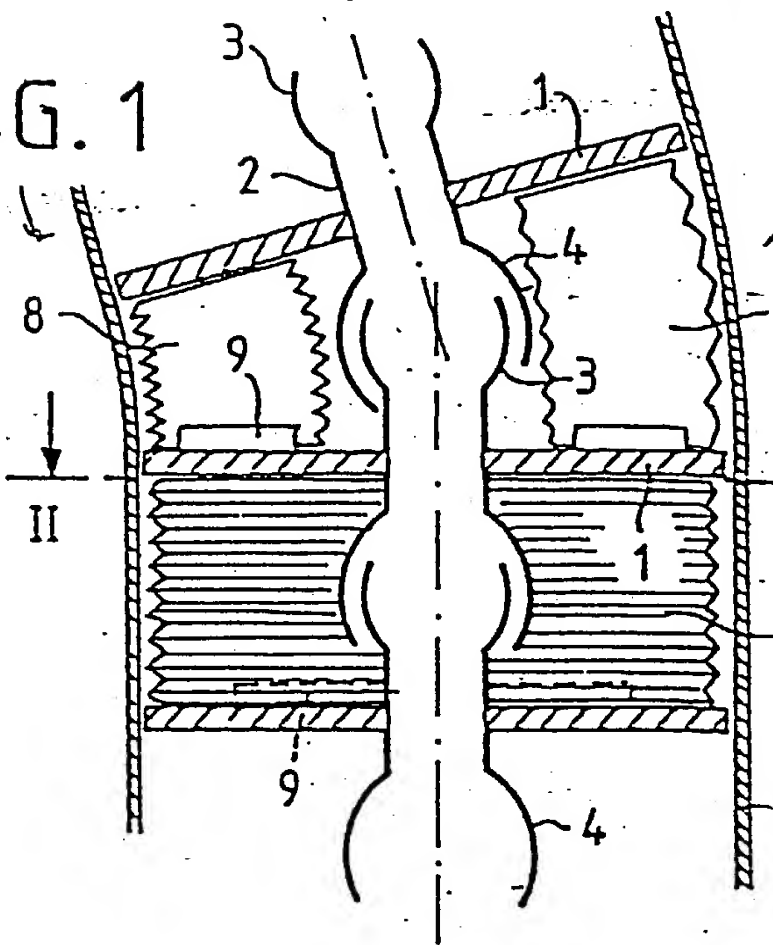


FIG. 4

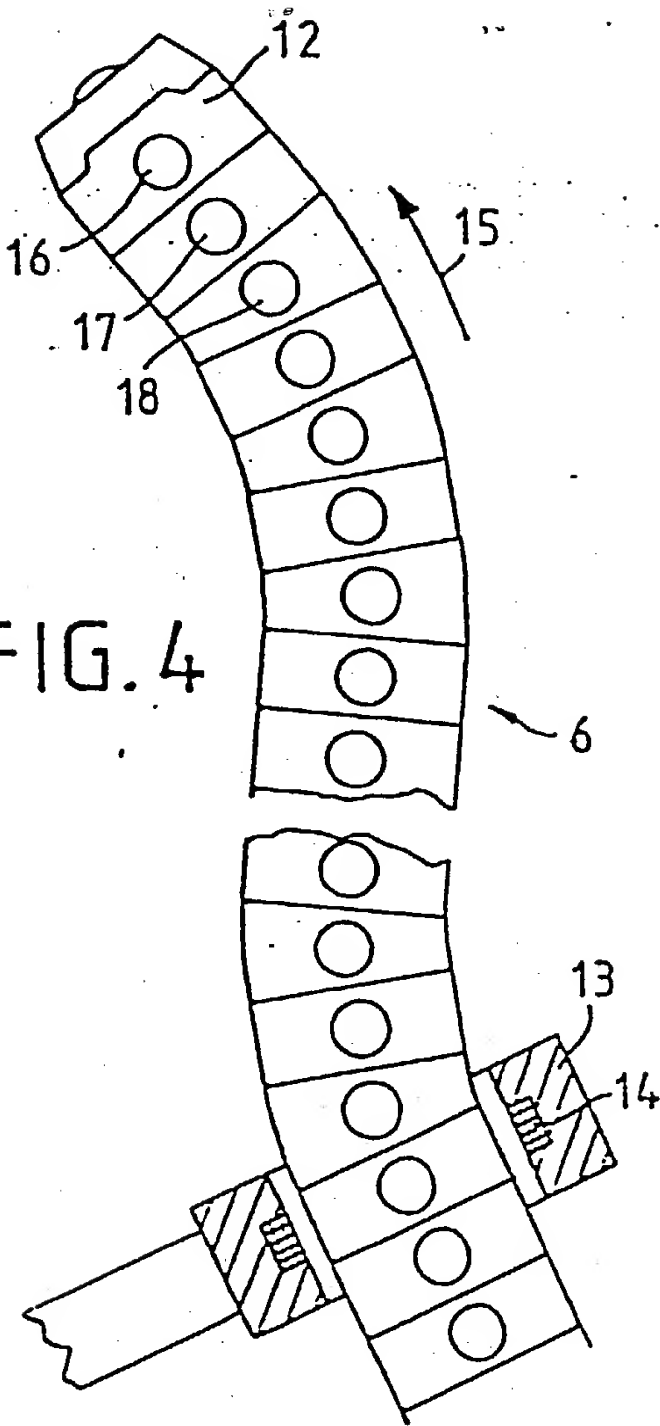


FIG.

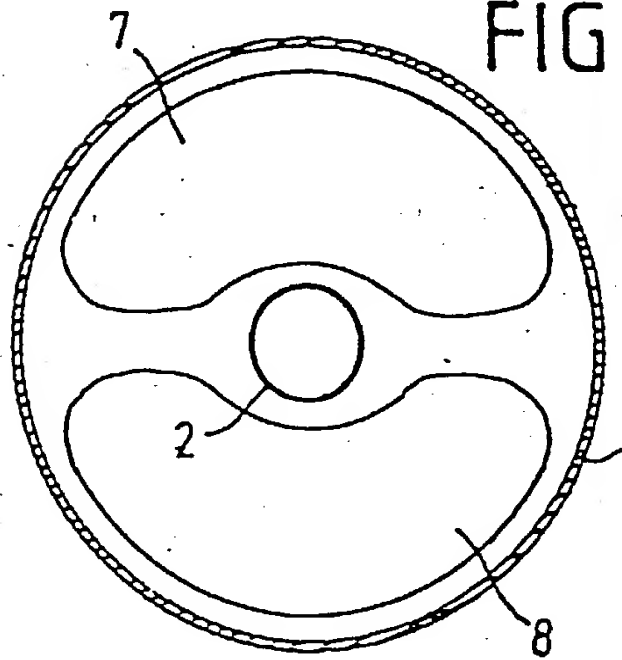
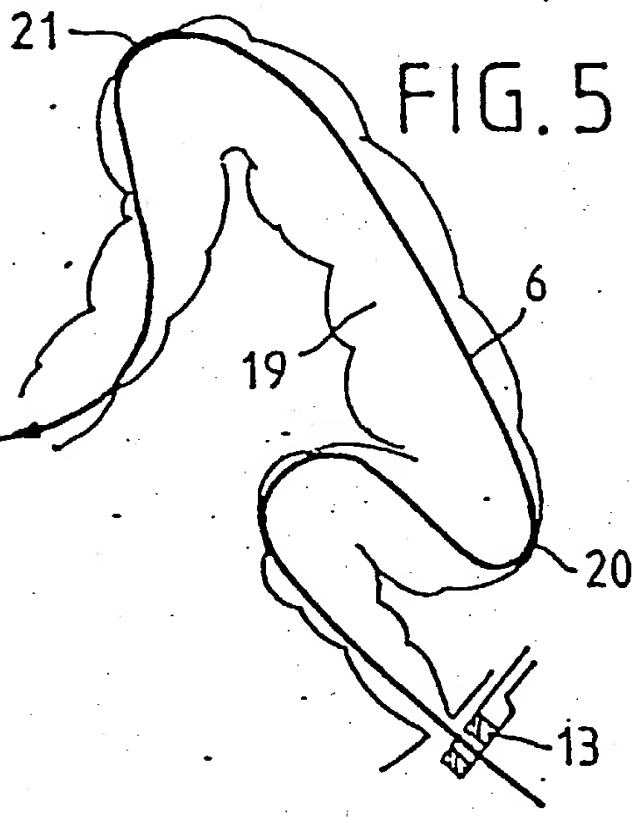


FIG. 5



FIG

